



Optimization of Sterilization Time in Canned Vegetable Candle (*Saccharum edule*) Production: Effect on F_0 Value and Organoleptic Quality

(Optimasi Waktu Sterilisasi dalam Produksi Sayur Lilin (*Saccharum edule*) Kaleng: Pengaruh terhadap Nilai F_0 dan Kualitas Organoleptik)

Higaya Arsyi¹, Hasbullah¹ dan Hamidin Rasulu^{1✉}

¹ Program Studi Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Khairun, Ternate, Indonesia.

Email: hamidin@unkhair.ac.id

Article Info:

Received : 10 Spet. 2025

Accepted : 28 Okt. 2025

Online : 28 Okt. 2025

Article type :

<input type="checkbox"/>	Review Article
<input type="checkbox"/>	Common Serv. Article
<input checked="" type="checkbox"/>	Research Article

Keyword :

Canning, Vegetable Candle, F_0 Value, Sterilization, Organoleptic

Corresponding Author :

Hamidin Rasulu
 Universitas Khairun,
 Ternate, Indonesia

Email :

hamidin@unkhair.ac.id



Copyright©2025, Higaya Arsyi, Hasbullah, Hamidin Rasulu

Abstract

Canning is one of the methods of preserving food with high temperatures. Canning products in general are still dominated by fishery products in the form of marine fish, and livestock products in the form of meat, there are also canned fruit products. As for ready-to-eat canned vegetables, it has not been widely researched. This study used Vegetable Candle is a typical cuisine in the Ternate region which usually consists of a mixture of vegetables and coconut milk, and is liked by the community because of its distinctive taste. However, this product has a limited shelf life. Therefore, canning is carried out with a sterilization process to extend the shelf life while maintaining product quality. This study aims to determine the effect of different sterilization times on F_0 values and organoleptic characteristics in canned Vegetable Candle products. This study used four sterilization time treatments at a temperature of 121°C, namely P1 (15 minutes), P2 (20 minutes), P3 (25 minutes), and P4 (30 minutes). The observed parameters included the F_0 value and organoleptic quality (color, taste, aroma, and texture). The results showed that the longer the sterilization time, the F_0 value increased and the number of microorganisms decreased. All treatments still meet the organoleptic quality requirements with an average value of >7. The P4 treatment produced the highest organoleptic values, namely color (7.88), taste (8.46), aroma (7.74), and texture (8.13). Thus, sterilization for 30 minutes (P4) is the best treatment in producing canned Vegetable Candle that are safe and sensorially preferable.

I. PENDAHULUAN

Maluku Utara memiliki beragam jenis sayuran dan salah satu yang paling banyak dijumpai yaitu sayur lili (*Saccharum edule*), sayur lili adalah jenis sayuran yang memiliki potensi besar untuk diolah menjadi makanan cepat saji yang praktis dan bergizi. Sayur lili terdiri atas 88,64% air, 1,44% lemak, 4,40% protein, 1,25% abu, 0,63% serat kasar, serta 4,25% karbohidrat (Pentury *et al.*, 2017). Penambahan rempah-rempah dan santan juga menimbulkan cita rasa yang enak dan gurih (Rasulu *et al.*, 2024). Namun sayuran ini memiliki

masa siman yang relatif pendek karena kandungan air yang tinggi dan rentan terhadap kerusakan mikrobiologi. Sehingga dibutuhkan proses pengolahan yang tepat dan kemasan yang baik untuk mencegah hal itu terjadi.

Pengalengan adalah salah satu teknik pengawetan makanan yang dilakukan dengan menggunakan suhu tinggi (Maherawati *et al.*, 2022). Pengalengan umumnya digunakan untuk mengawetkan bahan pangan, termasuk sayur lili. Proses ini tidak hanya memperpanjang masa simpan tetapi juga memudahkan distribusi produk

ke berbagai wilayah. Namun, pengalengan yang tidak tepat dapat menyebabkan perubahan negatif pada kualitas organoleptik produk. Pengawetan makanan dalam kaleng diartikan sebagai metode pengolahan dengan penerapan suhu sterilisasi antara 110° C hingga 121° C, yang bertujuan mencegah terjadinya pembusukan pada bahan pangan (Rasulu et al., 2022). Tahap sterilisasi merupakan bagian paling krusial karena berfungsi menghancurkan mikroba pembusuk maupun patogen, sekaligus mematangkan produk sehingga diperoleh tekstur dan cita rasa yang sesuai. Penggunaan tekanan tinggi dalam proses ini juga mampu menginaktivasi mikroorganisme penyebab kerusakan, sehingga masa simpan makanan dapat diperpanjang.

Sterilisasi termal merupakan metode krusial dalam industri pangan untuk mencapai sterilitas komersial, yang esensial dalam memperpanjang umur simpan produk kalengan dengan menonaktifkan mikroorganisme pembusuk dan patogen (Yudianto et al., 2025; Rashid, 2024; Hernández-Carrión et al., 2024). Optimalisasi proses sterilisasi, terutama melalui penentuan nilai F₀ yang tepat, menjadi vital untuk menyeimbangkan penghancuran mikroba dengan minimalisasi dampak negatif terhadap karakteristik organoleptik dan nutrisi makanan (Rashid, 2024; Zia et al., 2024). Pengendalian suhu yang presisi selama sterilisasi sangat penting untuk mengurangi tingkat kerusakan dan memperpanjang umur simpan produk pangan (Li et al., 2025). Teknologi pemrosesan termal bertekanan tinggi menjadi inovasi yang menjanjikan dalam pelestarian makanan, menggabungkan tekanan tinggi dengan suhu moderat untuk inaktivasi mikroorganisme dan enzim, sekaligus menjaga kualitas sensorik dan nutrisi makanan (Knoerzer & Sevenich, 2025; Polak et al., 2024).

Penelitian ini secara khusus akan mengeksplorasi bagaimana variasi waktu sterilisasi memengaruhi nilai F₀ dan karakteristik organoleptik sayur lili kalengan, memberikan data empiris yang dapat digunakan untuk pengembangan protokol sterilisasi yang lebih efisien dan efektif. Penelitian ini akan membandingkan efektivitas berbagai durasi sterilisasi terhadap penghambatan pertumbuhan mikroba tanpa mengorbankan integritas sensori dan nilai gizi sayur lili kalengan, yang merupakan kunci untuk memenuhi tuntutan konsumen akan produk berkualitas tinggi dan aman. Fokus penelitian pada F₀ ini juga menjadi penting

mengingat prevalensi penyakit bawaan makanan yang disebabkan oleh mikroorganisme, sehingga pemahaman akan ketahanan dan persistensi mikroorganisme dalam matriks makanan sangat krusial untuk mengembangkan strategi pengendalian yang efektif (Donkor et al., 2025). Selain sterilisasi termal, teknologi non-termal seperti pemrosesan tekanan tinggi dan iradiasi telah menunjukkan potensi signifikan dalam menjaga kualitas nutrisi dan sensorik produk pangan, meskipun penggunaannya masih terbatas untuk produk-produk tertentu (Lisboa et al., 2024; Al-Sharif et al., 2025; Braspaiboon & Laokuldilok, 2024).

Salah satu faktor kritis dalam proses pengalengan adalah distribusi dan kecukupan panas selama sterilisasi (Saragih et al., 2021). Proses pengalengan yang efektif memerlukan distribusi panas yang merata selama sterilisasi untuk memastikan keamanan pangan (F₀ mencukupi) dan kualitas mutu produk baik sehingga tidak merusak sifat organoleptik yaitu warna, rasa, aroma dan tekstur. Distribusi panas yang tidak merata dapat menyebabkan beberapa bagian produk tidak mencapai suhu yang cukup untuk membunuh mikroorganisme patogen, sementara bagian lain mungkin terlalu panas sehingga merusak tekstur dan nutrisi. Uji distribusi dan kecukupan panas diperlukan untuk memastikan bahwa seluruh bagian produk menerima perlakuan panas yang memadai selama proses sterilisasi, sehingga mikroorganisme patogen dapat dimusnahkan tanpa merusak kualitas fisik dan nutrisi sayur lili.

Sterilisasi adalah proses penting dalam pengalengan sayur lili (*Saccharum edule*) untuk menjaga daya tahan dan kualitasnya. Penelitian ini bertujuan mengoptimalkan waktu sterilisasi untuk mempengaruhi nilai F₀ dan kualitas organoleptik produk. Studi ini penting untuk menghasilkan produk kaleng yang aman, bergizi, dan memiliki kualitas yang konsisten, meningkatkan daya saing industri pangan.

II. BAHAN DAN METODE

2.1. Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan April hingga Mei 2025. Proses pembuatan sayur lili dilakukan di Unit Rumah Produksi Pusat Inkubasi Bisnis (BLU) Universitas Khairun. Uji F₀ dilaksanakan di Laboratorium Lembaga Inspeksi Balai Besar Standardisasi dan Pelayanan Jasa Industri Agro (LI BBSPJIA) Bogor, sedangkan uji

sensori dilakukan di Laboratorium Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian Universitas Khairun.

2.2. Bahan

Bahan utama yang digunakan dalam pembuatan sayur lili adalah sayur lili yang diperoleh dari Pasar Gamalama, Kota Ternate. Bahan tambahan yang digunakan meliputi bawang merah, bawang putih, merica, kunyit, jahe, serai, daun salam, ketumbar, jintan, santan, dan minyak goreng. Untuk keperluan uji F_0 pada produk ikan masak kering kayu dalam kaleng serta analisis mikroba, digunakan bahan berupa akuades, NaCl, dan alkohol.

2.3. Rancangan Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode eksperimental dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL), satu faktor, yaitu proses sterilisasi pada suhu 121 °C dengan variasi lama waktu sterilisasi (P). Terdapat 4 perlakuan dengan masing-masing 4 ulangan, sehingga total diperoleh 16 unit percobaan, yaitu:

- P1 : Waktu sterilisasi 15 menit
- P2 : Waktu sterilisasi 20 menit
- P3 : Waktu sterilisasi 25 menit
- P4 : Waktu sterilisasi 30 menit

2.4. Pembuatan Sayur Lili

Sayur lili yang didapatkan dari pasar Gamalama Kota Ternate, kemudian dipisahkan antara daun dan daging hingga menyisahkan 3 helai daun yang masih membungkus daging sayur, lalu dibersihkan dan dikukus selama 30 menit. 3 ikat sayur lili yang telah dikukus kemudian dipisahkan dari kulitnya dan dipotong sepanjang 5 cm. Blender bawang merah, bawang putih, merica, kunyit, jahe, serai, daun salam ketumbar dan jintan tumis hingga tercium aroma wangi. Kemudian diangkat dan disisihkan. Produk sayur lili siap dikalengkan (Rasulu et al., 2022).

2.5. Pengalengan sayur lili

Kaleng yang digunakan terlebih dahulu disiapkan, kemudian disterilisasi dengan air mendidih untuk menghilangkan debu maupun kontaminan yang menempel. Setelah itu, daging sayur lili dimasukkan ke dalam kaleng sesuai bentuk wadah (filling), kemudian ditimbang hingga mencapai netto 200 g. Proses dilanjutkan dengan pemanasan (exhausting) pada suhu sekitar 70 °C selama kurang lebih 15 menit.

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan desain penelitian faktorial.

Sampel yang digunakan adalah 120 kaleng sayur lili yang dibagi menjadi 4 kelompok, masing-masing terdiri dari 30 kaleng. Setiap kelompok diberi perlakuan waktu sterilisasi yang berbeda, yaitu 15, 20, 25, dan 30 menit, pada suhu 121°C.

Langkah-langkah Pelaksanaan:

1. Persiapan Bahan dan Alat: Sayur lili dipilih dengan kualitas seragam dan disiapkan dalam kaleng yang telah dibersihkan. Alat yang digunakan termasuk mesin sterilisasi, termometer, dan kaleng pengemas.
2. Proses Sterilisasi: Sayur lili dikemas dalam kaleng dan dipanaskan pada suhu 121°C selama waktu yang telah ditentukan (15, 20, 25, dan 30 menit).
3. Pengukuran Nilai F_0 : Nilai F_0 dihitung dengan mengukur suhu dan waktu sterilisasi, menggunakan rumus $F_0 = t \times 10^{(T-121)/Z}$, di mana t adalah waktu dalam menit, T adalah suhu dalam derajat Celsius, dan Z adalah konstanta untuk mikroba tertentu.
4. Penilaian Kualitas Organoleptik: Setelah sterilisasi, kaleng sayur lili diuji oleh panelis terlatih berdasarkan parameter rasa, aroma, tekstur, dan warna menggunakan skala 1–9. (Rasulu et al., 2022).

2.6. Parameter yang Diuji

Parameter yang diamati meliputi:

- Nilai F_0 (distribusi panas dan kecukupan panas)
- Sifat sensori, mencakup rasa, aroma, warna, dan tekstur.

2.7. Analisis Data

Data hasil penelitian dianalisis menggunakan sidik ragam (ANOVA). Jika terdapat perbedaan nyata, analisis dilanjutkan dengan Uji Beda Nyata (BNT) pada taraf signifikansi $\alpha = 0,05$.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Uji Distribusi Panas dan Kecukupan Panas (Nilai F_0)

Uji distribusi panas dilakukan untuk memperoleh profil suhu retort selama proses pemanasan, yang dihitung sejak uap mulai dialirkan (*steam on*) hingga berakhirnya periode pemanasan. Distribusi panas yang merata memungkinkan penetrasi panas ke dalam produk berlangsung secara uniform, tanpa dipengaruhi posisi produk di dalam retort. Sebaliknya, distribusi panas yang tidak seragam dapat menyebabkan pemanasan tidak merata sehingga produk berisiko mengalami proses kurang sempurna (*under-process*) atau justru berlebihan

(*over-process*) (Kusnandar et al., 2023). Kecukupan panas bertujuan untuk memastikan bahwa seluruh bagian produk mendapatkan perlakuan panas yang cukup, sehingga mikroorganisme patogen dapat dibunuh dan produk aman dikonsumsi. Kecukupan panas merujuk pada suhu yang diperlukan untuk membunuh mikroorganisme patogen dalam waktu yang cukup untuk memastikan produk aman dikonsumsi dan memiliki masa simpan yang lama (Kautsar et al., 2022).

3.1.1. Perhitungan Nilai F₀

Berdasarkan waktu sterilisasi yang berbeda, perhitungan nilai F₀ dapat dijelaskan sebagai berikut. Dengan menggunakan rumus yang telah disebutkan sebelumnya, hasil perhitungan untuk masing-masing waktu sterilisasi adalah sebagai berikut:

1. Waktu 15 menit

Menggunakan rumus $F_0 = t \times 10^{((T-121)/Z)}$, dengan $t = 15$ menit, $T = 121^\circ\text{C}$, dan $Z = 10$ (asumsi standar untuk bakteri yang paling sering digunakan dalam pengujian sterilisasi), diperoleh $F_0 = 15 \times 10^{((121-121)/10)} = 15 \times 10^0 = 15$.

2. Waktu 20 menit

Dengan $t = 20$ menit, $T = 121^\circ\text{C}$, dan $Z = 10$, $F_0 = 20 \times 10^{((121-121)/10)} = 20 \times 10^0 = 20$.

3. Waktu 25 menit

Untuk waktu 25 menit, $F_0 = 25 \times 10^{((121-121)/10)} = 25 \times 10^0 = 25$.

4. Waktu 30 menit

Untuk waktu 30 menit, $F_0 = 30 \times 10^{((121-121)/10)} = 30 \times 10^0 = 30$.

Dengan demikian, perhitungan nilai F₀ menunjukkan bahwa semakin lama waktu sterilisasi, semakin tinggi nilai F₀ yang diperoleh. Nilai F₀ ini mencerminkan tingkat keefektifan sterilisasi dalam membunuh mikroba, di mana nilai yang lebih tinggi menunjukkan bahwa lebih banyak mikroba yang terbunuh.

3.1.2. Analisis Nilai F₀

Nilai F₀ yang diperoleh pada masing-masing waktu sterilisasi menunjukkan adanya hubungan langsung antara waktu sterilisasi dan efektivitas proses sterilisasi. Waktu sterilisasi yang lebih lama memberikan nilai F₀ yang lebih tinggi, yang menunjukkan bahwa semakin lama waktu sterilisasi, semakin banyak mikroba yang dapat dihancurkan. Hal ini konsisten dengan teori dasar mengenai proses sterilisasi, di mana tujuan utama sterilisasi adalah untuk membunuh mikroba atau menonaktifkan patogen yang dapat merusak

kualitas produk dan menyebabkan kerusakan pada makanan dalam jangka panjang.

Namun, meskipun nilai F₀ meningkat dengan waktu sterilisasi yang lebih lama, perlu dicatat bahwa ada batas optimal dalam proses sterilisasi. Proses sterilisasi yang berlebihan, meskipun dapat membunuh lebih banyak mikroba, dapat menyebabkan perubahan fisik dan kimia pada produk yang merugikan kualitas organoleptik, seperti rasa, tekstur, dan warna. Oleh karena itu, perlu dilakukan optimasi waktu sterilisasi untuk mencapai nilai F₀ yang cukup tinggi untuk menjamin keamanan produk tanpa merusak kualitas sensoriknya.

Berdasarkan Berdasarkan hasil uji nilai F₀ terhadap proses sterilisasi sayur lili kaleng yang ditampilkan pada Gambar 1, terlihat bahwa distribusi panas dalam alat retort menunjukkan kurva distribusi panas yang baik dan konsisten. Profil distribusi panas antar titik pengukuran hampir seragam, yang menunjukkan bahwa penetrasi panas ke titik terdalam produk (*cold spot*) berlangsung merata. Hasil pengukuran suhu pada lima titik dalam produk menunjukkan pola kurva yang sejalan, mengindikasikan bahwa tidak ada variasi suhu signifikan antar titik, sehingga panas terdistribusi merata ke seluruh bagian sayur lili. Suhu maksimum dalam proses mencapai sekitar 121°C dan dipertahankan dalam waktu tertentu pada fase holding. Penurunan suhu kemudian terjadi saat memasuki fase pendinginan.

Analisis uji nilai F₀ sayur lili kaleng dengan lama sterilisasi dapat dilihat pada Gambar 1. Gambar 1 menunjukkan grafik hasil pengukuran F₀ selama proses sterilisasi produk sayur lili kaleng pada suhu 121°C dengan variasi waktu sterilisasi komersil, yaitu 15, 20, 25, dan 30 menit. Grafik ini memperlihatkan hubungan antara lethality (F₀), tekanan (bar), dan suhu (°C) selama waktu sterilisasi.

Pada sumbu vertikal, lethality (F₀) menggambarkan tingkat efektivitas sterilisasi dalam membunuh mikroba, sedangkan sumbu horizontal menunjukkan waktu dalam satuan jam. Kurva F₀ pada grafik ini menunjukkan bahwa semakin lama waktu sterilisasi, semakin tinggi nilai F₀ yang dicapai, yang menandakan peningkatan efektivitas proses sterilisasi.

Pada waktu 15 menit, kurva F₀ menunjukkan peningkatan yang lebih rendah dibandingkan dengan waktu yang lebih lama. Di sisi lain, pada waktu 30 menit, kurva F₀ menunjukkan nilai yang lebih tinggi, yang berarti sterilisasi lebih efektif dalam membunuh mikroba.

Grafik ini juga memperlihatkan fluktuasi suhu yang terjadi selama proses, dengan suhu mencapai sekitar 121°C, yang merupakan suhu standar untuk sterilisasi kaleng.

Secara keseluruhan, grafik ini memberikan informasi tentang proses sterilisasi sayur lili kaleng, menunjukkan bagaimana durasi waktu sterilisasi mempengaruhi efektivitasnya dalam membunuh mikroba, serta pentingnya memilih waktu sterilisasi yang optimal untuk menjaga kualitas dan keamanan produk.



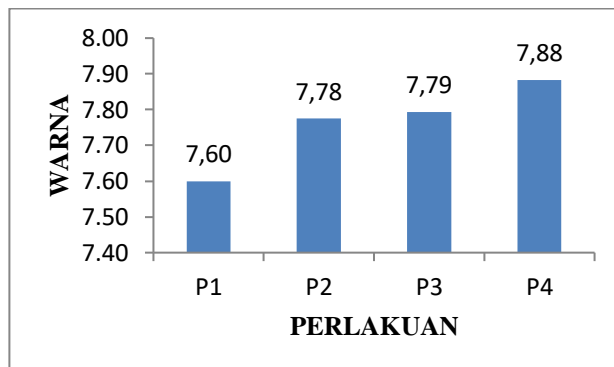
Gambar 1. Kurva distribusi panas dan kecukupan panas nilai F₀ sayur lili

Data suhu tersebut kemudian dikonversi menjadi nilai *lethal rate* (LR) dan diplotkan menjadi nilai F₀. Nilai F₀ mencerminkan efektivitas proses dalam membunuh mikroorganisme target. Berdasarkan grafik, terlihat bahwa nilai F₀ meningkat tajam selama fase holding dan mencapai angka lebih dari 50 menit, yang menunjukkan bahwa proses telah melewati standar minimum nilai F₀ ≥ 3 menit untuk produk pangan rendah asam. Hal ini menunjukkan bahwa suhu dan lama waktu proses sterilisasi cukup untuk membunuh mikroorganisme patogen seperti *Clostridium botulinum*, serta menghasilkan makanan yang aman dikonsumsi. Nilai F₀ yang tinggi juga menandakan bahwa sterilisasi berlangsung efektif, dan produk memiliki masa simpan yang lebih lama tanpa memerlukan pendinginan.

3.2. Organoleptik
3.2.1. Warna

Warna merupakan kesan awal yang langsung ditangkap serta dinilai oleh panelis. Menurut Lamusu (2018), warna menjadi parameter organoleptik pertama yang diperhatikan dalam penyajian karena melibatkan indera penglihatan. Tampilan warna yang menarik mampu membangkitkan selera panelis maupun konsumen

untuk mencoba produk. Oleh sebab itu, aspek warna memiliki peranan penting dalam uji organoleptik. Rata-rata hasil analisis uji organoleptik terhadap warna sayur lili kaleng dengan variasi lama sterilisasi dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Grafik rata-rata uji organoleptik warna sayur lili dengan lama sterilisasi

Berdasarkan Gambar 2, rata-rata nilai uji organoleptik atribut warna pada sayur lili kaleng dengan variasi lama sterilisasi berkisar antara 7,60 hingga 7,88 pada skala hedonik 1–9. Skor ini masuk dalam kategori “suka” hingga “sangat suka”. Nilai terendah diperoleh pada perlakuan P1 (15 menit) sebesar 7,60, sedangkan nilai tertinggi terdapat pada perlakuan P4 (30 menit) sebesar 7,88. Hasil tersebut mengindikasikan bahwa semakin lama waktu sterilisasi, penilaian visual warna cenderung meningkat, sehingga warna produk lebih disukai panelis. Seluruh perlakuan juga telah memenuhi standar mutu organoleptik minimal sesuai SNI 7388:2009 tentang batas maksimum cemaran mikroba dalam pangan, yang menetapkan nilai sensoris minimal sebesar 7 pada skala 1–9.

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa perlakuan waktu sterilisasi memberikan pengaruh nyata terhadap warna produk. Meningkatnya waktu sterilisasi cenderung memperbaiki tampilan warna sayur lili, menjadikannya lebih menarik bagi panelis. Warna yang terbentuk semakin menyerupai warna alami khas sayur lili matang yaitu hijau kekuningan yang tidak terlalu pucat maupun terlalu gelap—sehingga meningkatkan penerimaan panelis. Pemanasan dalam durasi yang lebih lama dapat menyebabkan reaksi kimia seperti degradasi pigmen dan Maillard, yang mempengaruhi warna produk (Maulina & Hasdar, 2024). Perubahan warna pada produk nabati seperti sayuran dapat disebabkan oleh degradasi klorofil akibat panas, membentuk senyawa pheophytin yang menurunkan intensitas warna hijau. Faktor inilah

yang memengaruhi perbedaan tingkat kesukaan panelis terhadap atribut warna pada uji hedonik. Hasil uji lanjut Beda Nyata Terkecil (BNT) disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Uji Lanjut Beda Nyata Terkecil (BNT) Organoleptik warna Sayur Lilin kaleng dengan Variasi Lama Sterilisasi

Perlakuan	Rata-rata
P1	7.65 ^a
P2	7.79 ^b
P3	7.78 ^b
P4	7.87 ^b

Ket: Angka rata-rata uji warna yang diikuti Dengan notasi yang sama tidak berbedanyata Pada uji beda nyata terkecil (BNT) $\alpha 0,05=0,09$

Berdasarkan Tabel 1, perlakuan P4 menunjukkan warna yang berbeda nyata dibanding P1, P2, dan P3. Artinya, lama sterilisasi memengaruhi warna sayur lili kaleng. Semakin lama sterilisasi, warna sayur lili berubah karena reaksi Maillard dan degradasi klorofil, sehingga menghasilkan warna yang lebih disukai panelis. Penelitian serupa oleh Putrinita, *et al.* (2022) juga menyebutkan bahwa durasi sterilisasi berpengaruh nyata terhadap warna produk sayur kaleng, dan warna terbaik diperoleh pada waktu sterilisasi yang optimal.

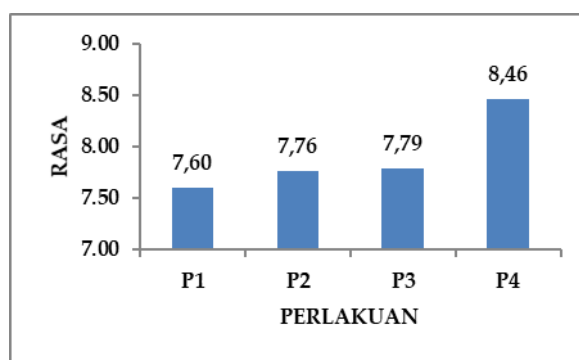
3.2.2. Rasa

Rasa merupakan salah satu faktor utama yang menentukan dapat diterimanya suatu produk oleh konsumen. Rasa ditangkap oleh indera pengecap pada lidah, yang secara umum mengenali empat sensasi dasar, yaitu manis, pahit, asam, dan asin, serta dapat diperluas dengan respon tambahan melalui modifikasi. Makanan dengan cita rasa enak dan gurih cenderung disukai, sedangkan produk yang hanya memiliki tampilan menarik namun rasanya kurang sesuai tidak akan diterima sebagian atau bahkan seluruh konsumen. Faktor yang memengaruhi rasa antara lain senyawa kimia, suhu, konsentrasi, serta interaksi antar komponen rasa (Khalisa *et al.*, 2021).

Berdasarkan Gambar 3, nilai uji hedonik atribut rasa pada produk sayur lili kaleng berada pada kisaran 7,60 hingga 8,46, yang tergolong kategori "sangat suka". Nilai terendah terdapat pada perlakuan P1 (waktu sterilisasi 15 menit) sebesar 7,60, sedangkan nilai tertinggi dicapai pada perlakuan P4 (waktu sterilisasi 30 menit) sebesar 8,46. Hasil ini menunjukkan bahwa semakin lama waktu sterilisasi, semakin tinggi tingkat penerimaan panelis terhadap rasa produk.

Peningkatan ini diduga terkait dengan pemanasan selama proses sterilisasi yang mampu memecah senyawa kompleks menjadi senyawa sederhana dan aromatik, serta menghasilkan senyawa reaksi Maillard yang memberikan cita rasa khas dan gurih. Selain itu, perubahan senyawa alami seperti fenolik dan flavonoid selama pemanasan juga berkontribusi terhadap karakter rasa. Seluruh perlakuan telah memenuhi standar mutu organoleptik SNI 7388:2009, yang mensyaratkan skor minimal 7 pada parameter rasa agar dapat diterima secara organoleptik.

Rata-rata hasil uji hedonik rasa sayur lili kaleng dengan variasi waktu sterilisasi dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Grafik rata-rata uji rasa sayur lili kaleng dengan lama waktu sterilisasi.

Berdasarkan hasil analisis sidik ragam, ditemukan bahwa lama waktu sterilisasi memberikan pengaruh signifikan terhadap penilaian organoleptik rasa produk sayur lili kaleng. Perlakuan dengan durasi steril paling lama (P4) menunjukkan nilai rasa yang berbeda nyata dibandingkan P1, P2, dan P3. Kondisi ini dicurigai terkait dengan proses penyimpanan produk selama tujuh hari pada suhu ruang, yang memicu perubahan kimiawi dan aktivitas enzimatis pada sayur lili kaleng.

Tabel 2. Hasil Uji Lanjut Beda Nyata Terkecil (BNT) Organoleptik rasa Sayur Lili kaleng dengan Variasi Lama Sterilisasi

Perlakuan	Rata-rata
P1	7.60 ^a
P2	7.76 ^b
P3	7.79 ^{ab}
P4	8.46 ^c

Ket: Angka rata-rata uji rasa yang diikuti dengan notasi yang sama tidak berbeda nyata pada uji beda nyata terkecil (BNT) $\alpha 0,05=0,21$

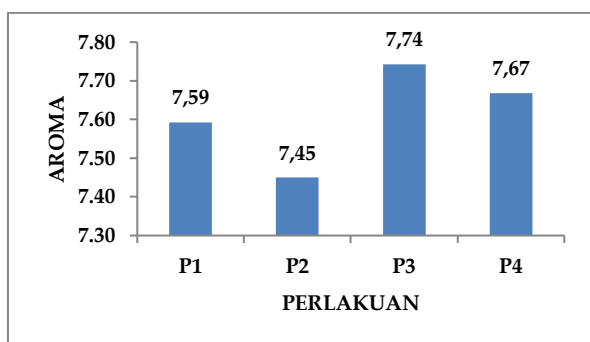
Kadar air yang masih cukup tinggi pada sayur lili dapat mempercepat proses

mikrobiologis dan degradatif, seperti dekomposisi protein dan lemak yang menghasilkan senyawa volatil berpotensi merusak rasa. Meskipun demikian, durasi sterilisasi yang lebih panjang cenderung menekan degradasi tersebut, sehingga panelis tetap memberikan skor tinggi terhadap rasa produk. Uji lanjut Beda Nyata Terkecil (BNT) Rasa dapat dilihat Pada Tabel 2.

Dari Tabel 2, hasil uji BNT terlihat bahwa perlakuan P4 menunjukkan nilai rasa yang berbeda nyata dibandingkan dengan perlakuan P1, P2, dan P3. Hal ini menunjukkan bahwa semakin lama waktu sterilisasi (hingga 30 menit), maka mutu rasa yang dihasilkan pada produk sayur lilin kaleng semakin meningkat. Menurut Rasulu, *et al.* (2022) sterilisasi yang tepat mampu memperpanjang masa simpan dan mempertahankan mutu sensoris produk sayur lilin kaleng. Maka peningkatan nilai rasa pada P4 dapat disebabkan oleh proses sterilisasi yang mampu menghambat aktivitas mikroorganisme dan mencegah reaksi pembusukan selama penyimpanan. Perlakuan ini juga mampu menjaga kualitas sensori seperti aroma dan cita rasa yang tetap segar dan tidak tengik.

3.2.3. Aroma

Dalam uji organoleptik juga terdapat indikator lain yang tidak kalah penting yaitu aroma. Menurut Handayani, *et al.* (2023) aroma bahan pangan akan menentukan kelezatan bahan pangan dan aroma merupakan atribut penting dalam penerimaan konsumen terhadap produk pangan. Pada sayur lilin aroma yang muncul berasal dari bumbu-bumbu dan santan yang digunakan selama proses pembuatan dan menghasilkan aroma sayur lilin yang harum dan segar. Hasil analisis rata-rata uji organoleptik aroma ikan masak kering kayu kaleng dengan lama waktu sterilisasi dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Grafik rata-rata analisa aroma sayur lilin kaleng dengan lama waktu sterilisasi.

Berdasarkan Gambar 4, terlihat bahwa nilai rata-rata skor organoleptik aroma sayur lilin kaleng dengan variasi waktu sterilisasi berkisar antara 7,45 hingga 7,74, yang dikategorikan dalam tingkat kesukaan "suka" sampai "sangat suka". Nilai aroma terendah tercatat pada perlakuan P2 (20 menit) dengan skor 7,45, sedangkan skor tertinggi diperoleh dari perlakuan P3 (25 menit) yaitu 7,74. Aroma menjadi salah satu aspek sensorik yang sangat memengaruhi daya tarik konsumen terhadap suatu produk pangan, termasuk produk sayur dalam kemasan. Tingkat kesukaan terhadap aroma erat kaitannya dengan senyawa volatil yang dihasilkan selama pemanasan, di mana proses sterilisasi dapat memengaruhi intensitas aroma tersebut (Karimah *et al.*, 2024). Selain itu, persyaratan mutu menurut SNI 7388:2009 menyebutkan bahwa nilai minimal untuk skor aroma pada produk kaleng hasil sterilisasi adalah 7 dalam skala 1 sampai 9, sehingga dapat disimpulkan bahwa seluruh perlakuan telah memenuhi standar mutu aroma yang ditetapkan.

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa lama waktu sterilisasi memberikan pengaruh yang nyata terhadap aroma sayur lilin kaleng. Semakin optimal proses sterilisasi, semakin terbentuk aroma khas yang disukai panelis. Hal ini sejalan dengan penelitian oleh Laitupa (2021) yang menyatakan bahwa aroma khas produk sayur lilin kaleng dipengaruhi oleh penggunaan bumbu dan rempah tradisional yang memperkuat ciri khas kedaerahan, serta proses sterilisasi yang tepat mampu menjaga kestabilan aroma tersebut. Proses sterilisasi yang memadai juga berperan penting dalam menghambat aktivitas mikroorganisme, sehingga aroma khas tidak berubah atau menurun akibat kontaminasi bakteri. Hasil uji lanjut beda nyata terkecil (BNT) uji aroma ikan masak kering kayu kaleng dengan lama waktu sterilisasi dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Uji Lanjut Beda Nyata Terkecil (BNT) Organoleptik aroma Sayur Lilin kaleng dengan Variasi Lama Sterilisasi

Perlakuan	Rata-rata
P1	7.58 ^b
P2	7.46 ^a
P3	7.75 ^c
P4	7.68 ^{b5c}

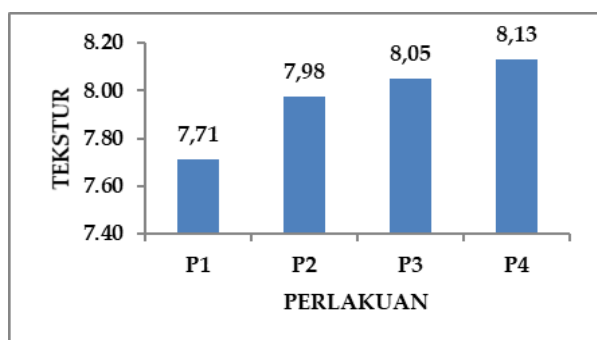
Ket: Angka rata-rata uji aroma yang diikuti dengan notasi yang sama tidak berbeda nyata pada uji beda nyata terkecil (BNT) $\alpha 0,05=0,6$

Berdasarkan Tabel 3, hasil uji lanjut Beda Nyata Terkecil (BNT) menunjukkan bahwa

perlakuan P3 (25 menit sterilisasi) memiliki nilai aroma berbeda nyata dibandingkan dengan perlakuan P1, P2, dan P4. Nilai rata-rata tertinggi terdapat pada perlakuan P3 sebesar 7,74, yang secara statistik berbeda signifikan dengan perlakuan lainnya, menunjukkan tingkat kesukaan aroma yang paling tinggi. Sebaliknya, nilai terendah terdapat pada perlakuan P2 sebesar 7,45, yang mengindikasikan tingkat penerimaan aroma yang lebih rendah. Proses sterilisasi yang optimal tidak hanya menekan aktivitas mikroorganisme pembusuk, tetapi juga mampu mempertahankan dan memperkuat aroma khas dari bahan dan bumbu yang digunakan.

3.2.4. Tekstur

Tekstur merupakan salah satu parameter dalam penilaian organoleptik produk, karena tekstur dapat digunakan sebagai indikator kesegaran. Menurut Yudhistira (2022) sterilisasi dapat menyebabkan perubahan atau kerusakan pada komponen mutu. Degradasi Protein dapat menyebabkan denaturasi dan pelunakan jaringan sehingga teksturnya menjadi lebih lunak. Namun, persepsi tekstur juga ditentukan oleh panelis, antara lain berdasarkan jenis kelamin dan kebiasaan. Nilai analisa rata-rata uji tekstur ikan masak kering kayu kaleng dengan lama waktu sterilisasi dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Grafik rata-rata uji hedonik tekstur sayur lili kaleng dengan lama waktu sterilisasi.

Berdasarkan Gambar 5, rata-rata nilai uji hedonik tekstur sayur lili kaleng pada berbagai lama sterilisasi berada pada kisaran 7,71–8,13, yang termasuk kategori “sangat suka”. Skor terendah dicapai pada perlakuan P1 (15 menit) sebesar 7,71, sedangkan skor tertinggi diperoleh pada perlakuan P4 (30 menit) sebesar 8,13. Peningkatan waktu sterilisasi berpengaruh terhadap tekstur sayur lili kaleng. Waktu yang lebih lama membuat tekstur menjadi lebih empuk dan mudah dikunyah, karena proses pemanasan dapat memecah struktur serat-

serat daun serta jaringan pengikat dalam sayur lili. Hal ini didukung oleh penelitian Maherawati *et al.* (2022) yang menyatakan bahwa waktu sterilisasi yang lebih lama mampu mengurangi kekerasan tekstur produk akibat terurainya ikatan protein dan pelunakan jaringan. Tekstur merupakan salah satu parameter penting dalam penilaian mutu sayuran kaleng karena mempengaruhi tingkat kesukaan konsumen. Sesuai dengan standar mutu SNI 7388:2009 mengenai batas maksimum cemaran mikroba dalam pangan harus memiliki skor minimal 7 dalam uji hedonik untuk kategori diterima konsumen, dan semua perlakuan pada penelitian ini telah memenuhi syarat tersebut.

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa perlakuan lama sterilisasi memberikan pengaruh yang signifikan terhadap nilai uji hedonik tekstur pada produk sayur lili kaleng. Semakin lama proses sterilisasi dilakukan, tekstur produk cenderung menjadi lebih lunak. Hal ini terjadi karena pemanasan dalam durasi tertentu menyebabkan terputusnya ikatan-ikatan dalam jaringan daun, sehingga menghasilkan tekstur yang lebih empuk dan mudah dikunyah. Temuan ini sejalan dengan penelitian oleh Putrinita, *et al.* (2022), yang menjelaskan bahwa perlakuan panas dalam waktu lama dapat menurunkan tingkat kekerasan bahan pangan, menghasilkan tekstur yang lebih lembut dan disukai oleh konsumen. Hasil uji lanjut beda nyata terkecil (BNT) uji hedonik tekstur dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Uji Lanjut Beda Nyata Terkecil (BNT) Organoleptik tekstur Sayur Lili kaleng dengan Variasi Lama Sterilisasi

Perlakuan	Rata-rata
P1	7.72 ^a
P2	7.97 ^b
P3	8.08 ^b
P4	8.17 ^b

Ket: Angka rata-rata uji tekstur yang diikuti dengan notasi yang sama tidak berbeda nyata pada uji beda nyata terkecil (BNT) α 0,05=0,9

Berdasarkan hasil uji Beda Nyata Terkecil (BNT), diketahui bahwa perlakuan P4 menghasilkan nilai tekstur tertinggi yaitu 8,13, berbeda nyata dengan P1 (7,71), sedangkan P2 dan P3 memiliki nilai tekstur yang tidak berbeda nyata satu sama lain. Hal ini menunjukkan bahwa semakin lama waktu sterilisasi, maka tekstur sayur lili kaleng cenderung semakin empuk dan disukai oleh panelis. Proses pemanasan yang lebih lama

dapat menyebabkan pelunakan jaringan sayur karena meningkatnya kandungan air yang terserap selama sterilisasi. Penurunan kekerasan ini terjadi karena kombinasi proses pengukusan awal, exhausting, dan sterilisasi menyebabkan terjadinya denaturasi protein serta pelunakan serat daun pada sayur lili. Hasil ini sejalan dengan penelitian Temuan ini konsisten dengan hasil penelitian Husen et al. (2023), yang menjelaskan bahwa pemanasan dengan durasi lebih lama dapat meningkatkan kelembutan tekstur produk karena adanya peningkatan kadar air pada bahan.

IV. PENUTUP

Dari hasil penelitian ini, dapat disimpulkan bahwa waktu sterilisasi berpengaruh signifikan terhadap nilai F₀ dan kualitas organoleptik sayur lili kaleng. Nilai F₀ yang lebih tinggi diperoleh dengan waktu sterilisasi yang lebih lama, namun peningkatan nilai F₀ yang berlebihan dapat menurunkan kualitas organoleptik produk. Oleh karena itu, waktu sterilisasi optimal untuk produk

sayur lili kaleng harus dipilih agar dapat mencapai keseimbangan antara efektivitas sterilisasi dan kualitas produk yang dihasilkan. Berdasarkan hasil ini, waktu sterilisasi sekitar 30 menit dianggap sebagai waktu yang optimal untuk menjaga kualitas dan memastikan keamanan produk.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Program Dana Padanan (PDP) Kedaireka Tahun 2024 dari Kementerian Pendidikan Tinggi, Sains dan Teknologi, yang telah menyediakan dana untuk kegiatan khusus pengujian kualitas produk makanan kaleng. Terima kasih juga kepada Rektor Universitas Khairun yang telah memfasilitasi rumah produksi dan mendukung partisipasi dalam Kompetisi Produk Inovasi di Internasional Conference SAFE Network di National Economic University (NEU) Hanoi, Vietnam pada tahun 2025 dan penulis meraih medali emas.

REFERENSI

- Al-Sharif, Z. T., Al-Najjar, S. Z., Anumudu, C., Hart, A., Miri, T., & Onyeaka, H. (2025). Non-Thermal Technologies in Food Processing: Implications for Food Quality and Rheology. *Applied Sciences*, 15(6), 3049. <https://doi.org/10.3390/app15063049>.
- Braspai boon, S., & Laokuldilok, T. (2024). High Hydrostatic Pressure: Influences on Allergenicity, Bioactivities, and Structural and Functional Properties of Proteins from Diverse Food Sources. *Foods*, 13(6), 922. <https://doi.org/10.3390/foods13060922>.
- Donkor, E. S., Sosah, F. K., Odoom, A., Odai, B. T., & Kunadu, A. P. (2025). How Long Do Microorganisms Survive and Persist in Food? A Systematic Review [Review of *How Long Do Microorganisms Survive and Persist in Food? A Systematic Review*]. *Microorganisms*, 13(4), 901. Multidisciplinary Digital Publishing Institute. <https://doi.org/10.3390/microorganisms13040901>
- Handayani, B. R., Namira, A. S., Ariyana, M. D., Amaro, M., Rahayu, T. I., & Nurhikmat, A. (2023, October). Physical And Sensory Quality of Canned "Rarang" Chicken Under Sterilization Time Difference. In 7th International Conference on Food, Agriculture, and Natural Resources (IC-FANRES 2022) (pp. 282-290). Atlantis Press.
- Hernández-Carrión, M., Ozuna, C., & Espinosa, J. del C. V. (2024). Editorial: Food preservation and pretreatment methods for optimal nutrient retention. *Frontiers in Nutrition*, 11. <https://doi.org/10.3389/fnut.2024.1465139>
- Husen, A., Rahayu, T., & Ramadhani, A. (2023). Pengaruh lama pemanasan terhadap mutu produk hasil sterilisasi. *Jurnal Teknologi Pangan Tropis*, 11(2), 112-120.
- Kautsar, S., Suryaningsih, W., Bakri, A., Hariono, B., Brilliantina, A., & Wijaya, R. (2022). Sistem monitoring berbasis desktop untuk perangkat mini exhausting pada proses pengalengan ikan. *JTIM: Jurnal Teknologi Informasi dan Multimedia*, 4(1), 47-53.
- Khalisa, K., Lubis, Y. M., & Agustina, R. (2021). Uji organoleptik minuman sari buah belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.). *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian*, 6(4), 594-601.
- Knoerzer, K., & Sevenich, R. (2025). From Concept to Commercialization: Unlocking the Potential of High-Pressure Thermal Processing. *Food Engineering Reviews*. <https://doi.org/10.1007/s12393-025-09414-9>

- Kusnandar, F., Dafi, H. H., Rahayu, W. P., & Irmawan, D. (2023). Evaluasi kecukupan panas dan pengembangan proses alternatif dalam sterilisasi komersial jamur kancing dalam kaleng. *Jurnal Mutu Pangan: Indonesian Journal of Food Quality*, 10(2), 100-107.
- Laitupa, IW (2021). Pengaruh Fortifikasi Bahan Pangan Kaya Kalsium Dengan Konsentrasi Berbeda Terhadap Mutu Organoleptik Ikan Tuna Kering Kayu Kalengan. *Agrikon: Jurnal Agribisnis Perikanan*, 14 (1), 94-98.
- Lamusu, D. (2018). Uji organoleptik jalangkote ubi jalar ungu (*ipomoea batatas* l) sebagai upaya diversifikasi pangan. *Jurnal Pengolahan Pangan*, 3(1), 9-15.
- Li, Q., Lei, J., Su, K., Chen, X., Cheng, L., Yang, C., & Ou, S. (2025). Processing and Shelf-Life Prediction Models for Ready-to-Eat Crayfish. *Foods*, 14(8), 1296. <https://doi.org/10.3390/foods14081296>
- Lisboa, H. M., Pasquali, M. A. de B., Anjos, A. I. dos, Sarinho, A., Mélo, E. D. de, Andrade, R., Batista, L., Lima, J., Diniz, Y., & Barros, A. (2024). Innovative and Sustainable Food Preservation Techniques: Enhancing Food Quality, Safety, and Environmental Sustainability. *Sustainability*, 16(18), 8223. <https://doi.org/10.3390/su16188223>
- Maherawati, M., Nurhikmat, A., Santoso, A., Rahayuni, T., & Hartanti, L. (2022). Pengaruh proses termal terhadap karakteristik fisikokimia pakri nanas kaleng. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*, 11 (1), 34-39.
- Maulina, D. E., & Hasdar, M. (2024). Limbah Udang Sebagai Kaldu Bubuk: Analisis Kadar Air, Aktivitas Air, Dan Evaluasi Organoleptik Dengan Metode Penyangraian. *Journal of Technology and Food Processing (JTFFP)*, 4(02), 18-29.
- Pentury, M.M., Koleangan, H.S.J., Runtuwene, M.R.J.(2017). Kandungan nilai gizi pada sayur lilin (*Saccharum edule* Hasskarl) makanan khas di Halmahera Utara, Maluku Utara sebelum dan sesudah pengolahan. *Pharmakon*, 6(4), 2302-2493.
- Polak, N., Kalisz, S., & Kruszewski, B. (2024). High-Temperature Short-Time and Ultra-High-Temperature Processing of Juices, Nectars and Beverages: Influences on Enzyme, Microbial Inactivation and Retention of Bioactive Compounds. *Applied Sciences*, 14(19), 8978. <https://doi.org/10.3390/app14198978>
- Putrinita, A., & Handayani, B. R. (2022). Pengaruh Lama Sterilisasi Terhadap Mutu Sayur Lebui Kaleng: Effect Of Sterilization Time On Quality Of Pigeon Pea Soup. *Pro Food*, 8(2), 116-125.
- Rasulu, H., Wulansari, A., & Fahri, J. (2022). Pengalengan Sayur Lilin Makanan Tradisional Maluku Utara Untuk Memperpanjang Masa Simpan. *Jurnal Masyarakat Madani Indonesia*, 1(3), 227-233.
- Rasulu, H., Wulansari, A., Talebe, Y. B., Juharni, J., & Mustafa, I. M. (2022). Physicochemical Characteristics of Canned Sayur Lilin (*Saccharum edule*) as a Traditional Food of North Maluku. *Agrikon Jurnal Agribisnis Perikanan*, 15(2), 847-854.
- Rasulu, H., Husen, J., Bahri, S., Wulansari, A., Mustafa, I. M. M., Nurhikmat, A., ... & Mansour, N. A. A. (2024). The Effect of Sterilization Time on the Chemical, Microbiological, and Heavy Metal Characteristics of Paniki Chickens Packed Canning Process. *Indonesian Food Science and Technology Journal*, 8(1), 78-88.
- Saragih, D. S., Adawiyah, D. R., & Rungkat, F. Z. (2021). Sterilisasi komersial cassava chunk pada kemasan hermetis standing pouch dan perubahan sifat fisikokimianya. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, 26(2), 184-191.
- Yudhistira, B. (2022). The development and quality of jackfruit-based ethnic food, gudeg, from Indonesia. *Journal of Ethnic Foods*, 9(1), 19.
- Yudianto, D., Ismail, I., Ningsih, D. P., Estuningsih, R. D., Rosita, T., & Dewi, D. A. (2025). *Advanced Commercial Sterility of Indonesia Authentic Traditional Herbal Medicine and Functional Foods Using Household Pressure Cooker to Support Sdgs*. <https://doi.org/10.2139/ssrn.5109440>
- Zia, H., Slatnar, A., Košmerl, T., & Korošec, M. (2024). A review study on the effects of thermal and non-thermal processing techniques on the sensory properties of fruit juices and beverages [Review of *A review study on the effects of thermal and non-thermal processing techniques on the sensory properties of fruit juices and beverages*]. *Frontiers in Food Science and Technology*, 4. *Frontiers Media*. <https://doi.org/10.3389/frfst.2024.1405384>.